

**Н.Н. Шиманская**

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»**

**Часть 1. Работа в графической системе КОМПАС 3D LT**

**Учебно-методическое пособие**

**КАЗАНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
2011**

***Печатается по решению Редакционно-издательского  
совета института физики КФУ***

Научный редактор –  
доктор физ.-мат. наук Р.А. Кашеев

Рецензент –  
канд. физ.-мат. наук Т.К. Филимонова

**Шиманская Н.Н.**

**Лабораторный практикум по дисциплине «Инженерная  
графика».** Часть 1. Работа в графической системе КОМПАС 3D  
LT: Учеб.-методич. пособие / Н.Н. Шиманская. – Казань: Казан.  
ун-т, 2011. – 42 с.

В пособие включено описание четырех лабораторных работ, выполняемых по курсу «Инженерная графика» на ПЭВМ с использованием графической системы КОМПАС 3D LT. Дается краткое описание стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), необходимых для выполнения данных лабораторных работ. В пособии представлены подробные указания по последовательности выполнения заданий.

Лабораторные работы направлены на освоение и закрепление знаний по трем разделам инженерной графики - начертательной геометрии, черчению и компьютерной графики. Пособие может использоваться студентами при выполнении лабораторных и домашних заданий по дисциплине «Инженерная графика», курсовых и дипломных работ.

Данное учебно-методическое пособие подготовлено в соответствии с рабочей программой дисциплины «Инженерная графика», разработанной с учетом требований ФГОС ВПО по направлению подготовки «Геодезия и дистанционное зондирование» (профиль подготовки «Космическая геодезия» - 120100.62).

УДК 744

© Казанский университет, 2011  
© Шиманская Н.Н., 2011

## Введение

**Инженерная графика** входит в число фундаментальных дисциплин, составляющих основу инженерного образования, и является дисциплиной, в которой форма и размеры окружающих нас предметов изучаются посредством их изображений.

**Инженерная графика** как дисциплина состоит из трех разделов: *начертательной геометрии, черчения и компьютерной графики.*

**Цели дисциплины** «Инженерная графика» - развитие пространственного представления, геометрической логики, овладение методикой конструирования.

**Задачи дисциплины** «Инженерная графика» - знакомство студентов с методами прикладной геометрии; развитие навыков по составлению и чтению чертежей; освоение методов создания, редактирования и оформления чертежей при работе на ПЭВМ.

Данное учебно-методическое пособие включает в себя общие сведения о компьютерной графике; краткое описание стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), необходимых для выполнения лабораторных работ; описание четырех лабораторных работ, выполняемых на ПЭВМ с использованием графической системы КОМПАС 3D LT. Предлагаемые в пособии лабораторные работы направлены на освоение и закрепление знаний по всем трем разделам инженерной графики - начертательной геометрии, черчению и компьютерной графики. При выполнении заданий студент должен ясно представлять себе поставленные перед ним в лабораторной работе цели и то, с помощью каких средств эти цели достигаются.

Подробное описание порядка выполнения общих для всех заданий в виде последовательных пронумерованных шагов позволяет студентам значительно сократить время на поиск и освоение каждой конкретной команды и сосредоточить свое внимание на ее особенностях. Выполнение индивидуальных заданий способствует закреплению полученных знаний и получению навыков самостоятельной работы.

При работе над чертежом одно и то же построение выполняется несколькими способами. Поэтому в разных заданиях по возможности используются различные приемы выполнения типовых действий. Таким образом, студенты постепенно учатся самостоятельно определять наиболее оптимальные из них.

Для более глубокого изучения излагаемого в учебно-методическом пособии материала следует использовать литературу, которая приведена в пособии.

Данное учебно-методическое пособие подготовлено в соответствии с рабочей программой дисциплины «Инженерная графика», разработанной

по требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки «Геодезия и дистанционное зондирование» (профиль подготовки «Космическая геодезия» - 120100.62).

В результате освоения данного лабораторного практикума студент должен:

**Знать:**

- знать теоретические основы изображения точек, прямых, плоскостей и отдельных видов поверхностей на плоскости; знать основы проекционного черчения;
- основные стандарты «Единой системы конструкторской документации».

**Уметь:**

- строить третий вид по двум заданным;
- решать позиционные и метрические задачи по плоскостным отображениям трехмерных фигур;
- оформлять комплексный чертеж согласно правилам ЕСКД; читать комплексный чертеж предмета;
- создавать и редактировать комплексный чертеж предмета при работе на ПЭВМ.

**Владеть:**

- компьютерными программами обработки графической информации;
- навыками работы с компьютером как средством управления информацией.

## Общие сведения

Машинная графика – совокупность методов и средств для преобразования данных в графическую форму и из графической формы представления с помощью ЭВМ.

Машинная графика как элемент современного машинного образования развилась при переходе от промышленной революции к электронной. Машинная графика в настоящее время используется практически во всех научных и инженерных областях деятельности человека. Поэтому знание ее основ необходимо любому ученому или инженеру.

Высокая эффективность применения машинной графики в проектировании обусловлена следующим:

- 1) освобождением пользователя от выполнения однообразных рутинных операций, которые можно формализовать;
- 2) повышением качества чертежей при существенном сокращении ошибок и неточностей на чертежах;
- 3) возможностью быстрого перебора множества вариантов;
- 4) широкими возможностями ввода и вывода графической информации.

Рынок графических систем для персональных ЭВМ достаточно широк, что позволяет решать множество технических проблем различной сложности и назначения, связанных с инженерной графикой. Ниже в таблице приведены основные характеристики некоторых графических систем, применяемых в России. Перечисленные в таблице графические системы универсальны, имеют интерфейс обмена с форматами DWG, DXF, IGES, PCX и др.

### *Основные характеристики некоторых графических систем*

<i>Название системы</i>	<i>Назначение системы</i>
Компас – График	Система автоматизации проектно-конструкторских и технологических работ
3D-GRAF	Система трехмерного моделирования геометрических объектов в строительстве, дизайне
AutoCAD	Универсальная система автоматизации графических работ для проектирования и конструирования в различных отраслях
ВАРИСОН	Средство для автоматизации выпуска чертежей
TopCAD	Чертежно-конструкторский редактор для проектирования и конструирования в различных отраслях
Базис	Редактор для автоматизации чертежно-конструкторских работ в различных отраслях

Система КОМПАС 3D LT служит для выполнения учебных проектно-конструкторских работ в различных отраслях деятельности. Она может использоваться студентами при выполнении лабораторных и домашних заданий по дисциплине «Инженерная графика», курсовых и дипломных работ.

Система КОМПАС 3D LT разработана для операционной системы MS Windows и в полной мере использует все ее возможности и преимущества для предоставления пользователю максимальной эффективности и удобства в работе.

Система поддерживает файлы чертежей, фрагментов и деталей, созданные в профессиональной версии системы КОМПАС, что позволяет использовать сделанные в нем наработки. При этом объекты документов КОМПАС, создание и редактирование которых невозможно в КОМПАС 3D LT, отображаются корректно и не повреждаются при сохранении файла в 3D LT.

Более подробное описание графической системы КОМПАС 3D LT, модуля плоского черчения 2D и модуля трехмерного твердотельного моделирования 3D, их интерфейсов приведено в лабораторных работах №1, 4.

Лабораторная работа №1  
**Основные типы двумерных графических примитивов  
и операции с ними**  
4 часа

Цель:

- ознакомиться с системой КОМПАС 2D;
- изучить основные типы геометрических примитивов;
- освоить приемы выполнения простейших геометрических построений с двумерными примитивами;
- ознакомиться с рядом стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны:

- 1) получить первые навыки по работе с системой КОМПАС 2D, представление о возможностях системы;
- 2) знать правила построения простейших геометрических примитивов;
- 3) научиться заполнять основную надпись чертежа.

**Общие сведения о системе КОМПАС 3D**

Проектирование в различных областях производства предполагает широкое использование интегрированных компьютерных систем, работающих на уровне трехмерных компьютерных геометрических моделей, которые позволяют осуществить интеграцию всех этапов жизненного цикла продукта и существенно ускорить процесс геометрического моделирования.

В отечественном производстве применяют такие векторные системы как *AUTOCAD*, *MATCAD*, *ADEM*, *CREDO*. Преимущества системы *KOMPAS 3D* - возможность как двумерного, так и трехмерного моделирования, удобный русифицированный интерфейс, поддержка стандартов ГОСТ. Минимальные системные требования предполагают наличие у пользователя процессора *Pentium 166*, 64 Мб оперативной памяти, видеокарта 4 Мб, *OS Windows 95/ 98/ NT/ 2000/ XP*, что отображает незначительное использование компьютерных ресурсов.

Система *КОМПАС 3D LT* – учебная облегченная версия профессиональной системы трехмерного твердотельного моделирования *КОМПАС 3D*, тем не менее, обладает всеми возможностями универсального графического редактора по созданию трехмерных моделей и плоских чертежей любого уровня сложности, позволяет изучить реальные физические свойства модели – объем, плотность, массу, центр тяжести, моменты инерции и т.д.

Система *КОМПАС 3D* состоит из двух частей – модуля плоского черчения 2D и модуля трехмерного твердотельного моделирования 3D. В системе можно создавать 3 типа документов: фрагменты, плоские чертежи и трехмерные детали. Фрагменты представляют собой пустой лист

неограниченных размеров; плоский чертеж – лист чертежа со штампом основной надписи; трехмерные детали предназначены для создания объемного изображения.

## **Интерфейс системы двумерного моделирования**

Поскольку система КОМПАС является прикладной программой *Windows*, то ее окно имеет стандартные элементы управления. Для плоских чертежей и фрагментов окно системы КОМПАС содержит следующие элементы.

**Строка меню** расположена в верхней части программного окна, в ней записаны все меню системы. В каждой из меню хранятся связанные с ним команды. Доступные в текущий момент команды изображаются более ярким цветом и выбираются щелчком мыши на имени команды. Для команд, завершающихся многоточием, на экран выводятся диалоговые окна.

Под **пиктограммой** ? зашифровано справочное меню системы. Например, ?, Контекстная, Указатель, кривая Безье, Показать и выбрать соответствующий раздел. Для выхода из меню достаточно щелкнуть левой клавишей мыши за его пределами.

**Панель управления** расположена под строкой меню и содержит наиболее часто используемые команды меню в виде пиктограмм. Для каждой пиктограммы при указании курсором мыши всплывает подсказка.

**Инструментальная панель** – вертикальное меню в левой части окна, состоит из нескольких страниц: геометрические построения, размеры и технологические обозначения, редактирование, выделение и измерения. Каждая из страниц содержит панель расширенных задач, сгруппированных по функциональному признаку, т.е. свое подменю у пиктограмм. Сразу после запуска системы автоматически включается кнопка Геометрические построения на инструментальной панели и открывается данная панель.

**Панель специального управления** находится ниже инструментальной панели и содержит набор кнопок управления изображением, характерных для выполняемой команды.

**Строка параметров объектов** располагается сразу под окном документа и появляется после вызова какой-либо команды из панели инструментов или в режиме редактирования объектов. Здесь содержатся параметры, характеризующие строящийся геометрический объект, так, например, для окружности это – координаты центра окружности, ее радиус, способ построения, тип линии. Строка параметров автоматически выключается после прекращения работы команд построения или редактирования объектов.

**Строка сообщений системы** содержит информацию о текущем виде, строку подсказку системы, меню привязок, меню типов линий, строку текущего состояния курсора и масштаба.



## Ввод геометрических объектов

Для создания чертежа изделия любой сложности используются геометрические примитивы.

**Примитивы** – ограниченный набор графических объектов, с помощью которого средствами объявленного набора операций можно сконструировать много большее множество других объектов. Элемент конструктора, составная часть целого, способная к комбинированию.

Для удобства пользователя в системе КОМПАС предусмотрены различные способы и режимы построения геометрических объектов в меню инструментальной панели Геометрические построения. На этой панели собраны директивы, с помощью которых можно создавать геометрические объекты: точки, прямые, отрезки, окружности, эллипс, дуги окружностей и эллипсов, многоугольники, кривые Безье.

**Кривая Безье** – кривая, состоящая из гладко состыкованных полиномов 4-го порядка.

В расширенных командах меню существует возможность выбора наиболее приемлемого для пользователя способа построения примитива. У таких пиктограмм в правом нижнем углу стоит темный треугольник. Для активизации расширенных команд достаточно нажать левой клавишей мыши на треугольник и выбрать необходимый примитив.

Для точного построения чертежа необходимо включить Привязки - механизм позволяющий установить четкую позицию курсора относительно характерных точек объектов. Всплывающее меню Привязки находится в нижней строке экрана. Необходимо отметить, что активация избыточных Привязок затрудняет работу в системе.

## Редактирование объектов

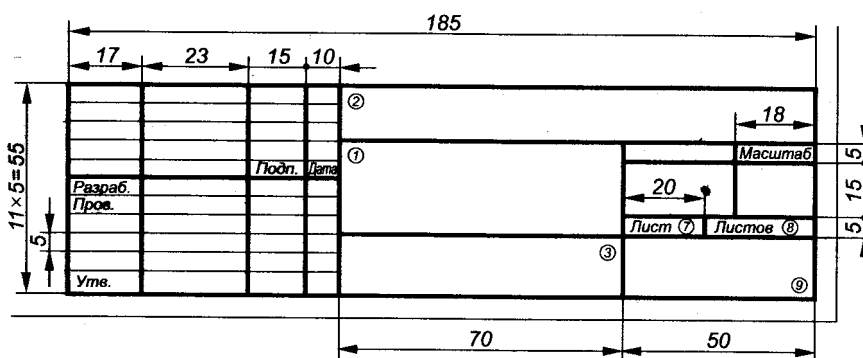
Редактирование чертежа включает следующие операции: удаление, перемещение, копирование, поворот, масштабирование, симметричное отображение, создание эквидистанты к кривой, усечение части кривой, деформацию сдвигом. Для редактирования объектов их необходимо предварительно выделить рамкой. Выделенные объекты отображаются на экране изменяют цвет, после чего специальным цветом можно приступить к их редактированию в меню **Р** инструментальной панели. Поддерживается перенос и копирование объектов через *Буфер обмена*. Перетаскивание мышью характерных точек любых объектов позволяет быстро менять их размер и положение.

**Задание 1:** С помощью системы КОМПАС 2D построить основные графические примитивы.

*Примечание:* В Приложении кратко перечислены общие правила выполнения чертежей.

### **Порядок выполнения работы**

1. Запустить систему КОМПАС.
2. Создать лист чертежа с помощью соответствующей пиктограммы в **панели управления**.
3. В верхней **строке меню «Настройки»** выбрать в падающем меню элемент *«Параметры текущего листа»*, *«Параметры листа»*, *«Формат»* и задать А4, Горизонтальный.
4. В **строке меню «Компоновка»** выбрать в падающем меню элемент *«Основная надпись»*. Заполнить основную надпись учебного чертежа (см. ниже) в соответствии с ГОСТ 2.104-68\* форма 1, учитывая что, необходимые шрифты для каждой графы надписи уже запрограммированы (конфигурацию и размеры всех букв, цифр и условных знаков устанавливает ГОСТ 2.304-68\*). В графах основной надписи учебного чертежа указать:
  - 1 – наименование изделия;
  - 2 – обозначение документа (организация – разработчик чертежа (КАиКГ), номер задания (например, 01) и индивидуальный вариант студента (06), т.е. КАиКГ 01.06);
  - 6 – масштаб;
  - 7 – порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, не заполняется);
  - 8 – число листов (заполняется только на первом листе);
  - 9 – индекс кафедры, на которой разрабатывался чертеж, и название студенческой группы;
  - 19 – формат чертежа.



Заполнить графы «Разраб.», «Пров.», «Утв.», «Дата». Для сохранения записей достаточно щелкнуть левой клавишей мыши на пиктограмму *«Создать объект»* на **панели специального управления**.

5. Активизировать меню *«Геометрические построения»*
6. Выбрать элемент *«Привязки»* в нижней **строке сообщений системы** и задать во всплывающем меню следующие привязки:

*Ближайшая точка, Пересечение, Выравнивание, Центр.*

7. Последовательно построить следующие элементы панели инструментов:

- Точки, задав их разными символами, выбор символов производится в нижней **строке параметров объектов** (крест, звезда, круг и пр.).
- Отрезки, задав их разными типами линий (тип линий меняется в нижней **строке параметров объектов** (основная, тонкая, осевая, штриховая и пр.)). Отметим, что начертание и назначение различных линий, используемых при оформлении чертежей, установлено ГОСТ 2.303-68\*.
- Замкнутые контуры разной конфигурации с помощью пиктограммы «Непрерывный ввод объектов» в меню «Геометрические построения» и пиктограмм с различными контурами (отрезок, дуга по трем точкам, сплайн) в нижней **строке параметров объектов**. Для замыкания каждого контура в **строке параметров объектов** использовать пиктограмму «Замкнуть», для построения нового контура – «Новый ввод».
- Окружности различных радиусов и разных типов линий, с осями и без. Радиус, тип линии и оси задаются в нижней **строке параметров объектов**. Окружности построить несколькими способами с помощью расширенных команд меню «Ввод окружности» («Окружность по двум точкам», «Окружность по трем точкам»).
- Дуги двумя способами («Дуга по центру и двум точкам», «Дуга по трем точкам»).
- Эллипсы двумя способами, с осями и без («Эллипс по центру и двум точкам», «Эллипс по диагонали прямоугольника»).
- Кривую Безье с помощью соответствующей пиктограммы. Для завершения построения кривой по указанным точкам щелкнуть правой клавишей мыши и выбрать команду «Создать кривую Безье».
- Два прямоугольника разными способами с помощью пиктограмм «Прямоугольник по двум вершинам» и «Прямоугольник по центру и вершине». Сделать на одном из них скругление углов. Для этого в меню «Геометрические построения» выбрать пиктограмму «Скругление», «Скругление на углах объекта» (расширенная команда меню), задать радиус скругления в нижней **строке параметров объектов** и щелкнуть левой клавишей мыши на углы прямоугольника. На другом прямоугольнике срезать фаски, используя пиктограммы «Фаска», «Фаска на углах объекта», задав ее параметры в нижней **строке параметров объектов** (длину и угол фаски).
- Построить два правильных многоугольника с осями и без с помощью пиктограмм «Ввод прямоугольника», «Ввод

*многоугольника»* (расширенная команда меню). Число сторон, способ построения (по вписанной и описанной окружности) и наличие осей задаются в нижней **строке параметров объектов**. Выполнить различную штриховку с помощью пиктограммы *«Штриховка»* (шаг штриховки (в мм), угол наклона и тип штриховки выбираются в нижней **строке параметров объектов**).

8. Около каждой группы примитивов поставить номер, соответствующий порядковому номеру выполнения данного элемента. Для этого в меню *«Геометрические построения»* активизировать пиктограмму *«Размеры и технологические обозначения»* и выбрать пиктограмму *«Ввод текста»*.
9. Запомнить сделанный чертеж в папке группы под своим именем.

**Задание 2:** С помощью системы КОМПАС 2D построить объекты и выполнить их редактирование.

### ***Порядок выполнения работы***

1. Создать лист чертежа с помощью соответствующей пиктограммы в **панели управления**.
2. В верхней **строке меню «Настройки»** выбрать в падающем меню элемент *«Параметры текущего листа»*, *«Параметры листа»*, *«Формат»* и задать А4, Горизонтальный.
3. В **строке меню «Компоновка»** выбрать в падающем меню элемент *«Основная надпись»*. Заполнить основную надпись учебного чертежа в соответствии с ГОСТ 2.104-68\* форма 1 (см. задание 1).
4. Активизировать меню *«Геометрические построения»*
5. Выбрать элемент *«Привязки»* в нижней **строке сообщений системы** и задать во всплывающем меню следующие привязки:  
*Ближайшая точка, Пересечение, Выравнивание, Центр.*
6. Создать и отредактировать прямоугольник. Для этого:
  - Создать *прямоугольник* размером 40x80 (мм) с осями симметрии любым способом.
  - Активизировать пиктограмму *«Выделение»* на **инструментальной панели**, выбрать пиктограмму *«Выделить рамкой»* и выделить *прямоугольник рамкой*. При этом выделенный прямоугольник и оси изменят цвет. Скопировать его на свободное поле чертежа. Для этого щелкнуть мышкой на пиктограммы *«Копировать в буфер»*, *«Вставить из буфера»* на **панели управления** и откопировать прямоугольник на свободное поле. Закончить процедуру следует нажатием пиктограммы красного цвета *«Stop»* или клавиши *Esc* на клавиатуре.

Выделить и откопировать объект можно и другим образом. Выделить прямоугольник рамкой мыши, при этом прямоугольник и оси изменяют цвет. В **строке меню** выбрать «Редактор», «Вставить» и откопировать прямоугольник на свободное поле.

- Осуществить поворот на 90°. Для этого выделить прямоугольник, в **строке меню** выбрать «Операции», «Поворот», щелкнуть клавишей мыши на два угла прямоугольника и осуществить поворот объекта на 90°. Поворот можно выполнить и используя соответствующие пиктограммы «Редактирование» и «Поворот» на **инструментальной панели**. Закончить процедуру следует нажатием пиктограммы красного цвета «Stop» или клавиши *Esc* на клавиатуре.
  - Выполнить сдвиг фигуры. Для этого выделить прямоугольник, в **строке меню** выбрать «Операции», «Сдвиг», «Указанием» и осуществить сдвиг объекта. Сдвиг можно выполнить и используя соответствующие пиктограммы «Редактирование» и «Сдвиг» на **инструментальной панели**. Закончить процедуру следует нажатием пиктограммы красного цвета «Stop» или клавиши *Esc* на клавиатуре.
  - Относительно главной оси симметрии повернутого прямоугольника осуществить симметричное копирование первой фигуры. Для этого выделить прямоугольник, в **строке меню** выбрать «Операции», «Симметрия» и осуществить симметричное копирование объекта. Данную операцию можно выполнить и используя соответствующие пиктограммы «Редактирование» и «Симметрия» на **инструментальной панели**. Закончить процедуру следует нажатием пиктограммы красного цвета «Stop» или клавиши *Esc* на клавиатуре.
7. Создать окружность радиусом  $R = 50$  (мм) с осями симметрии, выделив ее рамкой мыши, сделать 3 копии этой окружности, изменить масштаб каждой копии с помощью пиктограмм «Редактирование» и «Масштабирование» на **инструментальной панели** или через соответствующие операции в **строке меню**.
  8. На построенных примитивах произвольно выполнить усечение кривой. Для этого выделить объект, в **строке меню** выбрать «Удалить», «Часть кривой» и щелкнуть мышью на ту часть кривой, которая должна быть удалена. Данную операцию можно выполнить и используя соответствующие пиктограммы «Редактирование» и «Усечь кривую» на **инструментальной панели**.
  9. Для всех геометрических объектов создать эквидистанту. Для этого выбрать пиктограммы «Редактирование», «Эквидистанта к кривой» на **инструментальной панели**. В нижней **строке параметров объектов** задать положение эквидистанты относительно кривой (с левой стороны, с двух сторон) и указать мышкой выбранную фигуру.

При этом объект изменит цвет и появится эквидистанта. Для завершения построения щелкнуть правой клавишей мыши и выбрать команду «Создать эквидистанту».

10. Запомнить сделанный чертеж в папке группы под своим именем.

**Эквидистанта** – множество концов равных отрезков, отложенных от точек поверхности на геодезических линиях, перпендикулярных к поверхности в соответствующих точках прямых.

### Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен комплекс документов под общим названием «Единая система конструкторской документации»?
2. Какие классификационные группы Вы знаете? Какова структура обозначения стандартов ЕСКД?
3. Для чего предназначена система КОМПАС?
4. Из чего состоит интерфейс системы КОМПАС 2D?
5. Дать определение геометрическим примитивам. Какие примитивы Вы знаете?
6. Для чего предназначено меню «Геометрические построения»?
7. Какие операции с геометрическими примитивами можно выполнять в системе КОМПАС 2D, используя меню «Редактирование»?

Лабораторная работа №2  
**Построение комплексного чертежа**  
*4 часа*

Цель:

- закрепить приемы построения и редактирования геометрических примитивов;
- изучить основные способы построения и редактирования чертежа.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны:

- 1) освоить приемы построения простой детали в двух видах;
- 2) научиться применять некоторые приемы простановки размеров и редактирования элементов.

**Комплексный чертеж**

Комплексный чертеж любого предмета включает необходимые виды, разрезы, сечения и размеры для изготовления данной детали.

**Вид** – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

**Сечение** – изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями.

**Разрез** – изображение, полученное при мысленном рассечении предмета одной или несколькими секущими плоскостями: часть предмета, расположенную между наблюдателем и секущей плоскостью, мысленно отбрасывают, а на плоскости проекции изображают то, что находится в секущей плоскости, и то, что расположено за ней.

Число видов, разрезов и сечений на чертеже определяется сложностью изделия, и должно быть необходимым и достаточным для изготовления и определения формы детали (ГОСТ 2.305-68). Первоначально создается главный вид, далее в проекционной связи строятся следующие виды, выполняются необходимые разрезы и сечения. При необходимости в чертеж могут быть добавлены выносные элементы.

**Линейные размеры** на чертежах указывают в миллиметрах без обозначения единиц измерения. Размеры проставляются истинные, независимо от масштаба, в котором выполнен чертеж.

**Угловые размеры** указывают обязательно с единицей измерения (градус, минута, секунда).

Размеры наносятся с помощью выносных и размерных линий, а также размерных чисел. При этом приняты следующие **условные обозначения**:

диаметр	радиус	сфера	квадрат	конусность	уклон	дуга
∅	R	OR или O∅	□	∠	∠	∩

Дополнительная информация о видах, сечениях и разрезах, а так же о правилах нанесения размеров приведена в Приложении.

**Задание 1:** С помощью системы КОМПАС 2D построить комплексный чертеж предмета (цилиндра (см. рис.2.1)) в двух видах (вид спереди и вид сверху) с указанием размеров.

**Примечание:** размеры предмета и последовательность выполнения задания приведены на рис. 2.2.

### ***Порядок выполнения работы***

5. Запустить систему КОМПАС.
6. Создать лист чертежа с помощью соответствующей пиктограммы в **панели управления**.
7. В верхней **строке меню «Настройки»** выбрать в падающем меню элемент **«Параметры текущего листа»**, **«Параметры листа»**, **«Формат»** и задать А4, Вертикальный.
8. В **строке меню «Компоновка»** выбрать в падающем меню элемент **«Основная надпись»**. Заполнить основную надпись учебного чертежа в соответствии с ГОСТ 2.104 - 68\* форма 1, последовательность заполнения смотреть в лабораторной работе №1. Для сохранения записей достаточно щелкнуть левой клавишей мыши на пиктограмму **«Создать объект»** на **панели специального управления**.
5. В **строке меню «Компоновка»** выбрать элемент **«Создать вид»** и поставить значок начала координат в центр рабочего поля чертежа.
6. Активизировать меню **«Геометрические построения»**
7. Выбрать элемент **«Привязки»** в нижней **строке сообщений системы** и задать во всплывающем меню следующие привязки:  
*Ближайшая точка, Пересечение, Выравнивание, Центр.*
8. Построить вид спереди предмета. Для этого:
  - Выбрать пиктограмму **«Прямоугольник по центру и вершине»**, в нижней **строке параметров объектов** задать тип линии **«основной»**, с осями.
  - Построить прямоугольник с осями с заданной высотой  $h$  и шириной  $w$  (см. нижнюю **строку параметров объектов**) (на рис.2.2 – действие 1). Для создания прямоугольника нажать пиктограмму **«Создать объект»** на **панели специального управления**.
  - Внутри построенного прямоугольника построить еще один прямоугольник с той же высотой  $h$  и шириной  $w$ , соответствующей ширине отверстия. Закончить процедуру следует нажатием пиктограмм **«Создать объект»** и **«Stop»** на **панели специального управления** (на рис.2.2 – действие 2).



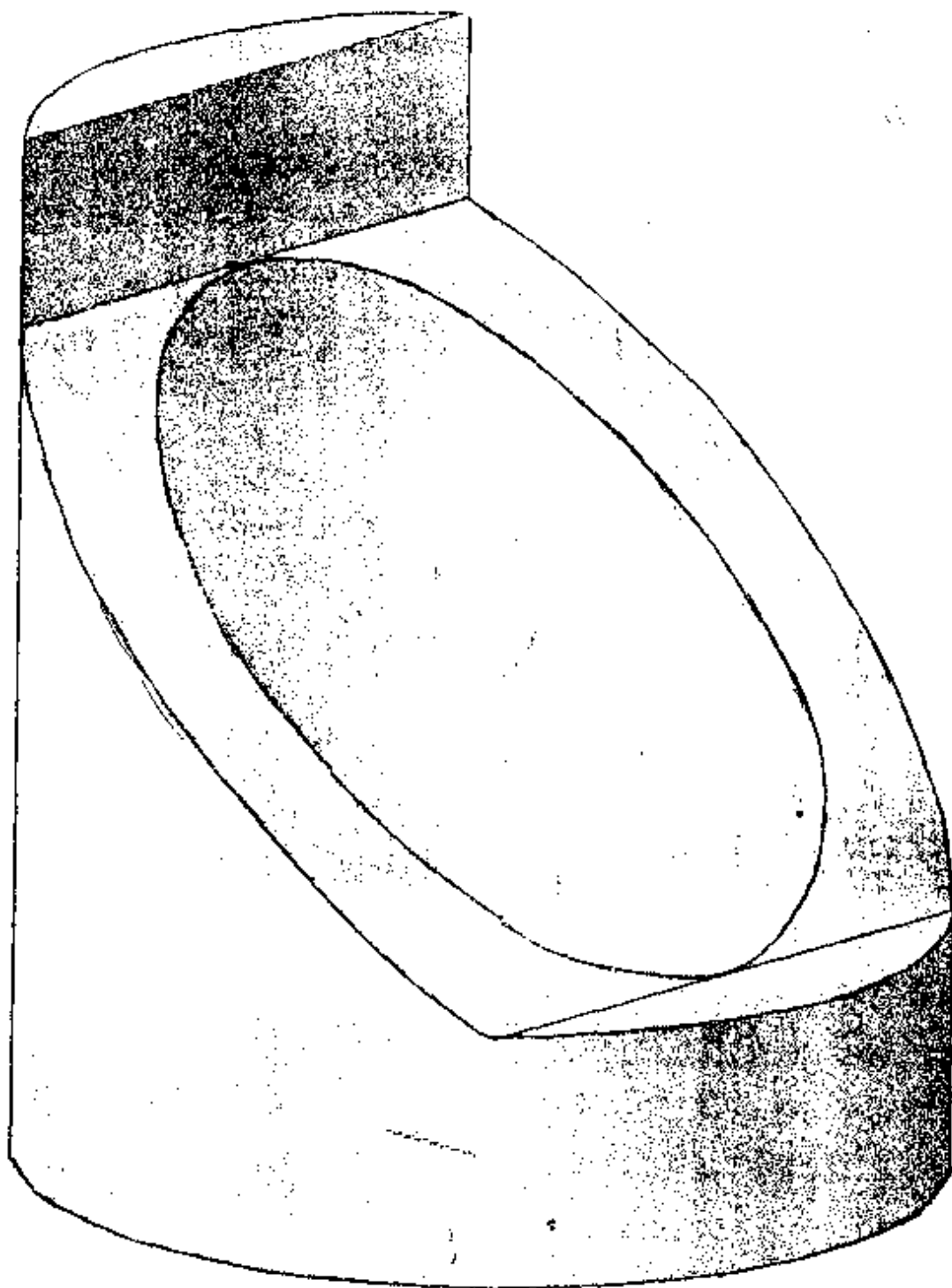


Рис.2.1. Усеченный полый цилиндр

- Построить вспомогательные линии с помощью пиктограммы «Ввод вспомогательной прямой», «Параллельная прямая» (расширенная команда меню) в меню **Геометрические построения**. Расстояния *dis*, на которых проводить вспомогательные параллельные прямые, откладывать от верхней и нижней границ прямоугольника. Значения *dis* задаются в нижней **строке параметров объектов**, там же выбираются параметры вспомогательных прямых («точки пересечений», «одна / две прямые»). Когда линия отложена, нажать на левую клавишу мыши, затем – на пиктограммы «Создать объект» и «Stop» на **панели специального управления** (на рис.2.2 – действие 3).
- Сделать срезы (вырезы) контуров детали с помощью пиктограммы «Непрерывный ввод объектов» в меню **Геометрические построения**. Линии среза проводить, используя вспомогательные линии для задания границ.
- Удалить лишние линии контура на чертеже с помощью пиктограммы «Усечь кривую» в меню «Редактирование **P**» на **инструментальной панели**. Для удаления следует щелкнуть левой клавишей мыши на нужный участок линии. Закончить процедуру следует нажатием пиктограммы «Stop».
- Удалить лишние вспомогательные линии на чертеже. Для этого последовательно используются пиктограммы в меню «Редактирование **P**» на **инструментальной панели**: «Усечь кривую», «Усечь кривую 2 точками» (расширенная команда меню). В нижней **строке параметров объектов** задать нужный вам «Режим удаления» и удалить лишние линии. Закончить процедуру следует нажатием пиктограммы «Stop» (на рис.2.2 – действие 4).

В результате получен **вид спереди**.

9. Дополним главный вид наложенным сечением. Для этого выполнить штриховку с помощью пиктограммы «Штриховка» в меню **Геометрические построения** на **инструментальной панели** (шаг штриховки (в мм), угол наклона и тип штриховки выбираются в нижней **строке параметров объектов**). Закончить процедуру следует нажатием пиктограмм «Создать объект» и «Stop» (на рис.2.2 – действие 5).

В результате получен **вид спереди с наложенным сечением**.

10. Вычертить вид сверху данного цилиндра. Для этого:

- Для облегчения построения провести вертикальную осевую линию, являющуюся продолжением осевой линии вида, с

помощью пиктограмм «Ввод отрезка», «Параллельный отрезок», выбрав соответствующий тип линии.

- Используя пиктограммы «Ввод окружности» (с осевыми линиями) в меню **Геометрические построения**, построить окружность заданного радиуса (на рис.2.2 – действие 5, 6). Закончить процедуру следует нажатием пиктограмм «Создать объект» и «Stop». Удалить вертикальную осевую линию.
- Аналогичным образом построить меньшую окружность.
- Провести линии контура, которые являются касательными к меньшей окружности. Используйте для этого известные вам действия с графическими примитивами и их редактирование. Например, провести прямую с помощью пиктограмм «Касательная прямая через точку кривой», усечь ее и симметрично откопировать.

#### 11. Проставить размеры.

- Для этого выбрать на **инструментальной панели** меню «Размеры и технологические обозначения».
- Для проставления линейных размеров использовать пиктограмму «Линейный размер» (при необходимости использовать возможности расширенной команды меню). Задать в нижней **строке параметров объектов** соответствующее расположение выносных и размерной линий («Горизонтальный», «Вертикальный»), указать первую и последнюю точку измеряемого отрезка. После этого в меню «txt», расположенном в **строке параметров объектов**, появится определенное автоматически размерное число. Это число появится и в рамке около размерной линии. При необходимости можно скорректировать форму записи размерного числа, щелкнув для этого левой клавишей мыши на «txt». Закончить процедуру следует нажатием пиктограмм «Создать объект» и «Stop».
- Аналогичным образом через соответствующие пиктограммы проставить радиальные или диаметральные размеры.

#### 12. Запомнить сделанный чертеж в папке группы под своим именем.

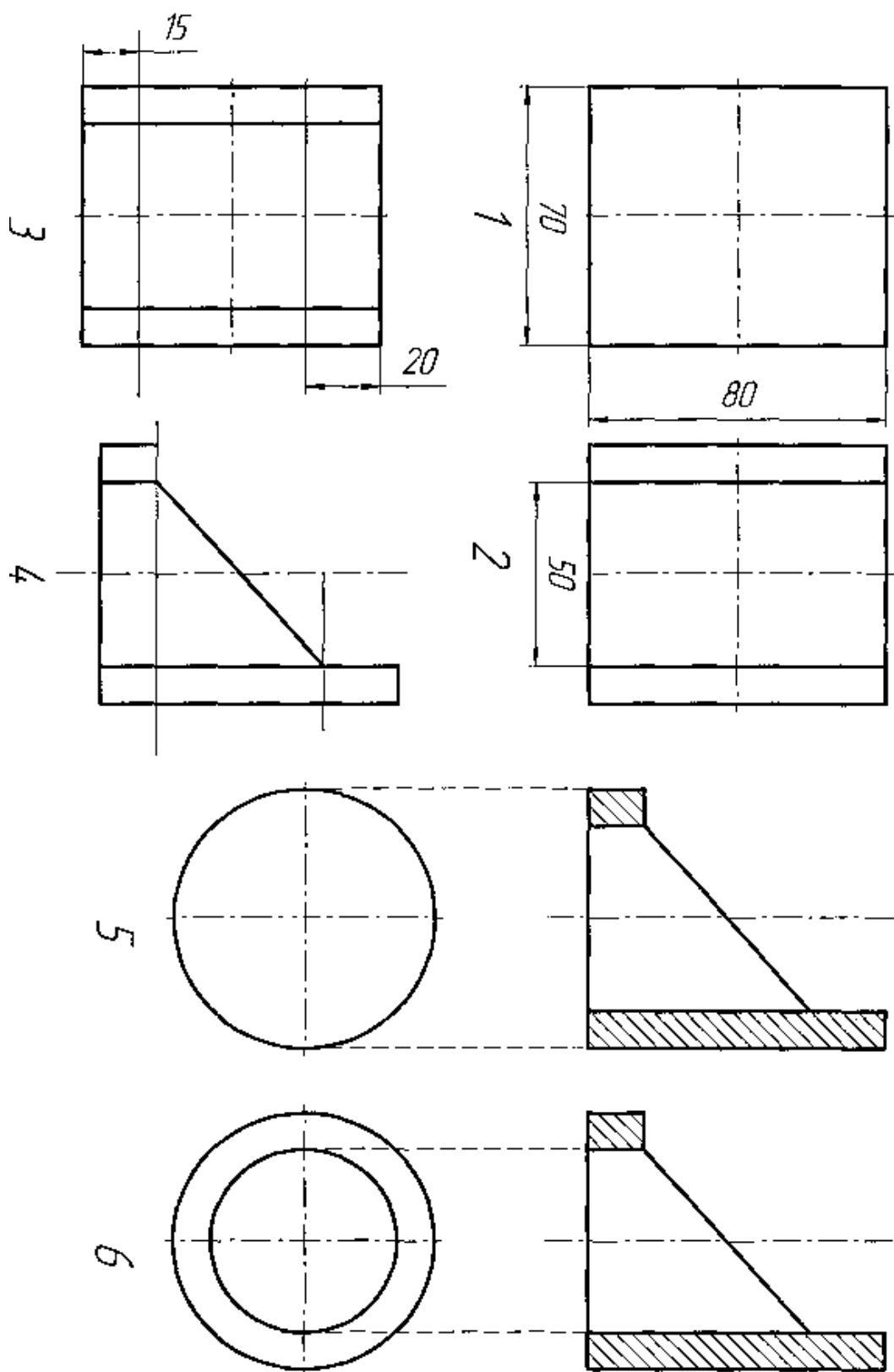


Рис.2. Последовательность выполнения задания

**Задание 2:** Получить у преподавателя вариант задания. С помощью системы КОМПАС 2D построить комплексный чертеж предмета (три основных вида, сечение и разрез) с простановкой размеров в соответствии со стандартами ЕСКД.

**Вариант 1:** Размеры предмета (рис. 2.3): общая длина детали – 45 мм; длина цилиндрической части – 30 мм, ее диаметр – 10 мм; радиус окружности, которая описывает правильный шестиугольник – 20 мм. Деталь рассекается вертикальной плоскостью, проходящей через цилиндрическую часть детали.

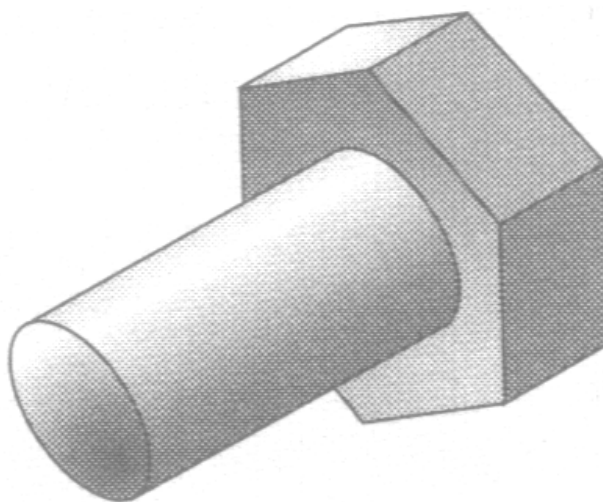


Рис. 2.3

**Вариант 2:** Размеры предмета (рис. 2.4): длина цилиндра – 6 см, диаметр – 4 см, фаски с размерами 3 мм и углом наклона  $45^\circ$ . Деталь рассекается вертикальной плоскостью, проходящей через цилиндрическую часть детали.

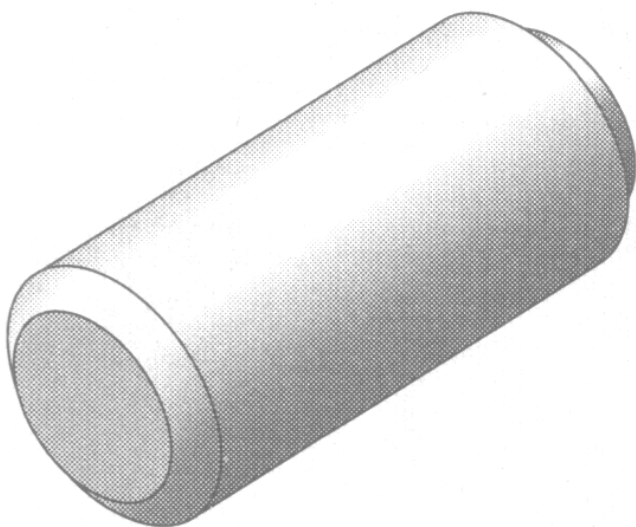


Рис. 2.4

**Вариант 3:** Размеры предмета (рис. 2.5): общая длина детали – 7,5 см; диаметры оснований кругового конуса – 4,6 и 2,6 см; расстояние между основаниями кругового конуса – 35 мм; длина, ширина и высота прямоугольной части детали составляет соответственно 25, 26 и 25 мм. Деталь рассекается вертикальной плоскостью, проходящей через прямоугольную часть детали.

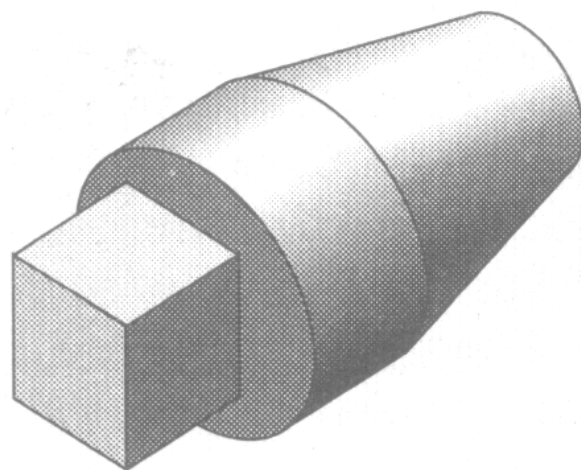


Рис. 2.5

**Вариант 4:** Размеры предмета (рис. 2.6): общая длина детали – 6 см; длина цилиндрической части – 48 мм, ее диаметр – 15 мм; радиус внешней окружности – 28 мм; линейные размеры четырех углублений – 5×5 мм. Деталь рассекается вертикальной плоскостью, проходящей через цилиндрическую часть детали.

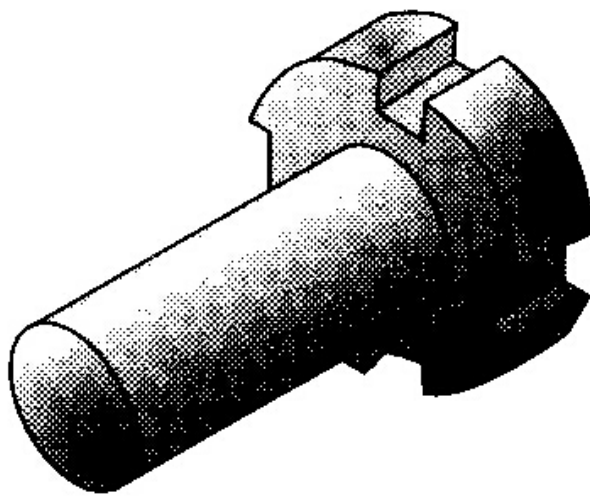


Рис. 2.6

## **Контрольные вопросы**

1. Что такое вид, сечение и разрез?
2. В чем состоит основное отличие сечения от разреза?
3. Что такое проекционная связь изображений?
4. На какие плоскости проекций сделаны виды, выбранные в лабораторной работе для изображения предмета?
5. Что такое комплексный чертеж предмета? Классифицируйте сечение и разрез, полученный Вами при выполнении задания 2.
6. Сформулируйте основные правила выполнения видов, сечений, разрезов.
7. Сформулируйте правила нанесения выносных и размерных линий.
8. Сформулируйте правила проставления размерных чисел.
9. Какие условные знаки используются в инженерной графике?
10. Перечислите основные правила использования условных знаков.

Лабораторная работа №3  
**Выполнение эскиза строительной конструкции**  
*4 часа*

Цель:

- закрепить приемы построения и редактирования геометрических примитивов;
- изучить основные способы построения и редактирования эскиза.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны:

- 1) продемонстрировать умение пользоваться возможностями модуля плоского черчения 2D;
- 2) освоить порядок выполнения эскиза здания в выбранном виде;
- 3) научиться читать эскиз.

**Эскиз** – чертеж, выполненный от руки без помощи чертежных инструментов по правилам прямоугольного проецирования в глазомерном масштабе с приблизительным соблюдением пропорций элементов предмета.

Эскиз служит для выполнения по нему рабочего чертежа, он должен содержать все необходимые сведения (форма предмета, размеры и пр.). Эскиз каждого предмета выполняется на отдельном формате без указания масштаба мягким карандашом (М или 2М).

**Порядок выполнения эскиза**

1. Ознакомиться с предметом. Определить форму и основные составные элементы, которые можно представить в виде простых геометрических тел.

2. Выбрать главный вид, дающий наибольшее представление о форме и размерах предмета. Обычно предмет изображают на главном виде в рабочем положении, т.е. в том положении, которое предмет занимает при эксплуатации.

3. Определить необходимое число изображений (видов, разрезов, сечений). Число изображений должно быть минимальным, но достаточным, чтобы полностью выявить все формы предмета и нанести их размеры.

4. Выбрать формат листа в клетку для эскиза в зависимости от размера выбранных ранее изображений. Размеры этих изображений должны позволить четко отобразить все элементы предмета и нанести необходимые размеры и условные обозначения.

5. Подготовить лист для планировки размещения на нем изображений, ограничить лист внешней (тонкой линией) и внутренней (основной линией) рамкой. Выделить место для основной надписи.

6. Спланировать размещение изображений на рабочем поле листа. Для этого тонкими линиями строят прямоугольники с осевыми линиями, отражающими плоскости симметрии предмета. В данные прямоугольники



затем вносят изображения. Прямоугольники должны отстоять друг от друга, от рамки и основной надписи чертежа на расстояния, достаточные для нанесения размерных линий и условных знаков.

7. Внутри габаритных прямоугольников нанести виды предмета, соблюдая пропорции элементов предмета и проекционную связь всех изображений. После этого удалить линии габаритных прямоугольников.

8. Построить разрезы и сечения и нанести на них линии штриховки.

9. Нанести выносные и размерные линии и условные обозначения, характеризующие вид поверхности (диаметр, радиус, квадрат и пр.).

10. Нанести размерные числа на размерные линии.

11. Окончательно оформить эскиз. Обвести все линии чертежа согласно ГОСТ 2.303-68\*. Заполнить основную надпись.

**Технический рисунок** – наглядное изображение предмета, выполненное от руки в одном из видов аксонометрических проекций.

Объемная форма предмета на техническом рисунке выполняется посредством показа светотени соответствующей штриховкой изображения. Примерами технического рисунка являются рис. 2.1, 2.3 - 2.6.

**Задание 1:** Получить у преподавателя вариант индивидуального задания. Проанализировать задание и подготовиться к работе (выполнить пункты 1-5). Построить эскиз строительной конструкции карандашом на бумаге (выполнить пункты 7, 9, 10).

**Задание 2:** С помощью системы КОМПАС 2D выполнить эскиз здания в выбранном виде с указанием размеров.

Задание является зачетом по практической части дисциплины «Инженерная графика».

**Примечание:** последовательность выполнения задания в системе КОМПАС 2D (по пунктам 7-11) смотреть в лабораторных работах №1, 2.

### Контрольные вопросы

1. Что такое эскиз?
2. Какой вид проецирования используется при создании эскиза предмета?
3. Что такое технический рисунок? Каковы особенности его выполнения?
4. На какую плоскость проекций сделан вид, выбранный Вами в лабораторной работе для изображения здания?
5. Какие графические примитивы были использованы Вами при создании эскиза?
6. Какие операции редактирования были использованы Вами при создании эскиза?

Лабораторная работа №4  
**Основные типы трехмерных графических примитивов  
и операции с ними**  
4 часа

Цель:

- ознакомиться с модулем трехмерного твердотельного моделирования системы КОМПАС.
- освоить один из приемов создания объемной модели.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны:

- 1) получить навыки по работе с трехмерным изображением, ознакомиться с меню модуля трехмерного моделирования;
- 2) научиться выполнять объемную модель предмета;
- 3) уметь преобразовать объемную модель в комплексный плоский чертеж;
- 4) закрепить правила выполнения простейших геометрических элементов и приемов простановки размеров.

***Интерфейс трехмерной системы.***

В модуле трехмерного твердотельного моделирования окно системы КОМПАС содержит следующие элементы:

**Строка меню** – расположена в верхней части окна системы, содержит все меню системы.

**Панель управления** содержит пиктограммы наиболее часто используемых команд.

**Инструментальная панель** содержит страницу панели трехмерных построений и страницу построения эскиза, аналогичную инструментальной панели плоского чертежа.

**Строка состояния** расположена в нижней части окна системы, содержит масштаб и текущее расположение детали (направление взгляда наблюдателя).

**Окно дерева построения**, которое содержит обозначение плоскостей, начало координат, эскизы и операции, то есть алгоритм построения детали, причем если возникает необходимость изменения или редактирования этапов создания трехмерной модели, то при нажатии на правую кнопку мышки всплывает меню управления деревом построения.

**Особенность трехмерной системы** состоит в том, что при создании объемной модели изделия необходимо разбить деталь на простейший примитивы, которые вычерчиваются в режиме создания эскиза, а затем данному эскизу, в зависимости от способа построения, придается объем.

**Задание 1:** Используя возможности модуля трехмерного твердотельного моделирования системы КОМПАС, ознакомиться с базой трехмерных твердотельных объектов.

**Задание 2:** С помощью системы КОМПАС 3D построить объемную модель предмета (полого цилиндра, см. рис. 2.13, лабораторная работа №2). Преобразовать объемную модель в комплексный плоский чертеж с указанием размеров.

*Примечание:* размеры предмета приведены на рис. 2.14 в лабораторной работе №2.

### ***Порядок выполнения работы***

1. Запустить систему КОМПАС.
2. Создать лист для трехмерной модели, запустив пиктограмму «Новая деталь».

### **Построение внешнего цилиндра**

3. В **дереве построения** выбрать «Горизонтальная плоскость»; в нижней **строке состояния** скорректировать масштаб изображения и нормализовать вид, выбрав элемент «Сверху».

4. В верхней **строке меню** выбрать подменю «Операции», «Новый эскиз» или в **панели управления** - соответствующую пиктограмму «Новый эскиз».

5. На появившейся **инструментальной панели** выбрать меню «Геометрические построения», а в нем – пиктограмму «Окружность с радиусом». Создать окружность с радиусом, соответствующим внешнему радиусу цилиндра. Центр окружности располагать в начале координат. Закончить процедуру построения следует нажатием пиктограмм «Создать объект» и «Stop» на **панели специального управления**.

6. На верхней **панели управления** выбрать пиктограмму «Закончить эскиз» или опции в **строке меню** «Операции», «Закончить эскиз».

7. В верхней **строке меню** выбрать меню «Операция», затем опции «Операция» и «Выдавливания». Во всплывающем меню задать «Прямое направление» и расстояние, равное высоте цилиндра. Закончить процедуру следует нажатием клавиши «Создать».

8. «Закрасить» цилиндр, выбрав для этого на верхней **панели управления** пиктограмму «Полутоновое изображение». Можно поменять цвет детали, если нажать на правую кнопку мышки и в меню «Цвет детали» выбрать новый цвет.

### **Построение внутреннего цилиндра (по аналогии)**

9. В **дереве построения** выбрать «Горизонтальная плоскость»; при необходимости в нижней **строке состояния** скорректировать масштаб изображения и нормализовать вид, выбрав элемент «Сверху».

10. В верхней **строке меню** выбрать подменю *«Операции»*, *«Новый эскиз»* или в **панели управления** - соответствующую пиктограмму *«Новый эскиз»*.

11. На появившейся **инструментальной панели** выбрать меню *«Геометрические построения»*, а в нем – пиктограмму *«Окружность с радиусом»*. Создать окружность с радиусом, соответствующим внутреннему радиусу цилиндра (сквозного отверстия). Центр окружности располагать в начале координат. Закончить процедуру построения нажатием пиктограмм *«Создать объект»* и *«Stop»* на **панели специального управления**.

12. На верхней **панели управления** выбрать пиктограмму *«Закончить эскиз»* или опции в **строке меню** *«Операции»*, *«Закончить эскиз»*.

### **Построение объемной модели предмета**

13. В верхней **строке меню** *«Операции»* выбрать опции *«Вырезать»* и *«Выдавливанием»*. Во всплывающем меню выбрать опцию *«Два направления»* и задать для опций *«Прямое»* и *«Обратное направление»* тип *«Через все»*. Закончить процедуру нажатием клавиши *«Создать»*. Убедиться, что все выполнено правильно.

### **Построение комплексного плоского чертежа предмета**

14. В **строке меню** *«Файл»* выбрать опцию *«Создать заготовку для чертежа»* и в появившейся таблице выбрать три основных вида изделия. Закончить процедуру автоматического построения нажатием клавиши *«Создать»*. Проанализировать полученные изображения.

15. Заполнить основную надпись учебного чертежа в соответствии с ГОСТ 2.104 - 68\* форма 1, последовательность заполнения смотреть в лабораторной работе №1.

**Задание 3:** С помощью системы КОМПАС 3D построить объемную модель предмета, согласно индивидуальному варианту (1-4) в задании 2, полученному при выполнении лабораторной работы №2. Преобразовать объемную модель в комплексный плоский чертеж с указанием размеров.

*Примечание:* порядок построения приведен выше в задании 2.

### **Порядок выполнения работы**

1. Создать новый лист для трехмерной модели, запустив пиктограмму *«Новая деталь»*.

2. Повторить всю процедуру создания объемной модели предмета. Учесть, что все особенности предмета вырисовывать на отдельном эскизе и затем вырезать части выдавливанием.
3. Повторить всю процедуру построения комплексного плоского чертежа предмета.
4. Оформить плоский чертеж в соответствии с принятыми стандартами оформления – провести осевые линии, проставить размеры.
5. Заполнить основную надпись учебного чертежа в соответствии с ГОСТ 2.104 - 68\* форма 1, последовательность заполнения смотреть в лабораторной работе №1.
6. Сохранить файл в папке группы под своим именем.

### **Контрольные вопросы**

1. Из чего состоит интерфейс модуля трехмерного твердотельного моделирования?
2. Каковы особенности трехмерного моделирования в системе КОМПАС 3D?
3. Как автоматически построить комплексный плоский чертеж предмета?
4. Какие опции были использованы Вами для создания объемной модели предмета при выполнении задания 3?

## Общие правила оформления чертежей

### Форматы

Чертежи выполняются на листах бумаги определенных форматов, размеры которых установлены ГОСТ 2.301-68\*. Обозначения и размеры форматов, принятых за *основные*, приведены в табл. П1.

Табл. П1. Основные форматы

Обозначение	A4	A3	A2	A1	A0
Размеры сторон, мм	210×297	297×420	420×594	594×841	841×1189

В случае, когда неудобно применение основных форматов, используют *дополнительные форматы*, которые получают увеличением меньшей стороны основного формата на значение, кратное его размеру.

### Основные надписи

Для всех чертежей и схем ГОСТ 2.104-68\* устанавливает единую форму, размеры и порядок оформления основной надписи, которую располагают в правом нижнем углу вплотную к рамке. *На листах формата А4 основную надпись располагают только вдоль короткой стороны.* На листах больших форматов основную надпись можно располагать как вдоль короткой, так и вдоль длинной сторон.

### Масштабы

Масштабы изображений и их обозначения на чертеже устанавливает ГОСТ 2.302-68\*:

**масштаб уменьшения – 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20;**

**натуральная величина – 1:1;**

**масштаб увеличения – 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 15:1; 20:1.**

В каком бы масштабе ни выполнялось изображение, **на чертеже указывают истинные размеры предмета.** Если на чертеже некоторые изображения выполнены в другом масштабе, то над ними помещают надписи типа А (1:5).

### Чертежные шрифты

ГОСТ 2.304-68\* устанавливает конфигурацию и размеры всех букв, цифр и условных знаков. Надписи выполняют чертежными шрифтами следующих видов: без наклона к основанию строки (тип А) и с наклоном под углом  $75^\circ$  к основанию строки (тип Б). Размер шрифта обозначается

буквой  $h$  и определяется высотой прописных букв в миллиметрах, измеряемой перпендикулярно к основанию строки. Стандарт устанавливает два типа шрифта: А и Б. Для шрифта типа А толщина линий букв и цифр  $d$  равна  $1/14h$ , а для шрифта типа Б -  $1/10h$ .

В соответствии со стандартом можно использовать 10 размеров шрифта (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Наиболее распространен чертежный шрифт типа Б.

## Изображения

Чертеж представляет собой графическое изображение видимых и невидимых поверхностей предмета, которое получают прямоугольным (ортогональным) проецированием его на шесть граней куба при условии, что предмет расположен между наблюдателем и соответствующей гранью куба (рис.П1, а). При этом грани куба принимают за основные плоскости проекций: фронтальную **1**, горизонтальную **2**, профильную **3**, и параллельные им плоскости **4**, **5**, **6**. Согласно ГОСТ 2.305-68\* изображения на чертежах в зависимости от их содержания называют видами, разрезами и сечениями.

Согласно ГОСТ 2.305-68\* изображения на чертежах в зависимости от их содержания называют видами, разрезами и сечениями.

**Вид** – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

**Основные виды** получают проецированием предмета на основные плоскости проекций (см. рис. П1). ГОСТ 2.305-68\* устанавливает следующие основные виды (см. рис. П1, б):

- вид спереди **1** (главный вид, который должен давать наиболее полное представление о размерах и форме предмета);
- вид сверху **2**;
- вид слева **3**;
- вид справа **4**;
- вид снизу **5**;
- вид сзади **6** (допускается располагать левее вида справа).

При построении чертежа основные плоскости с полученными на них изображениями совмещают так, как показано на рис. П1, б (проекционная связь изображений), при этом не требуется наносить каких-либо надписей. Виды, расположенные вне проекционной связи с главным видом для более рационального использования листа, помечают прописными буквами русского алфавита (в алфавитном порядке: А, Б, В, ...), а направление взгляда (проецирования) указывают стрелкой, над которой ставят ту же букву, которой помечен вид.

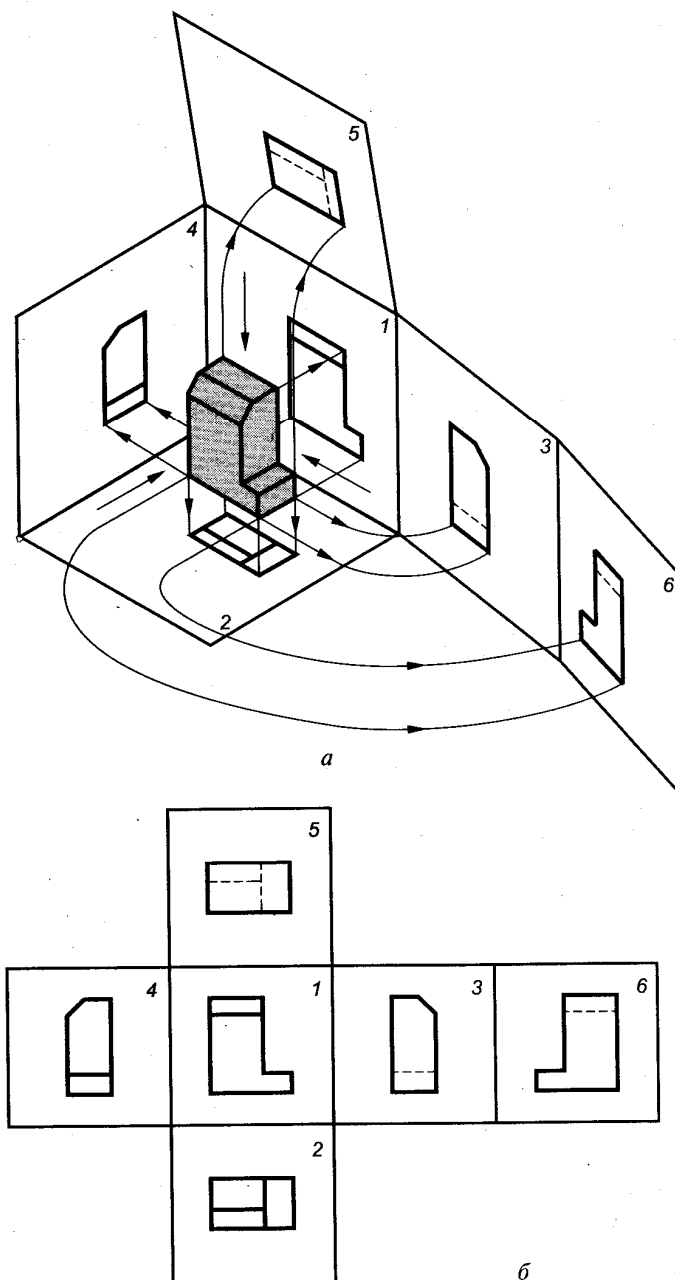


Рис. П1. Основные плоскости проекций и основные виды

**Дополнительные виды** получают проецированием предмета или его частей на дополнительную плоскость, параллельную тому элементу, который на основную плоскость проецируется с искажениями.

**Местным видом** называется изображение отдельного ограниченного участка поверхности предмета, которое образуется его проецированием на одну из основных плоскостей проекций.



**Сечение** – изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями.

**Вынесенные сечения** располагаются на любом свободном месте поля чертежа. Контур такого сечения выполняют сплошной основной линией.

**Наложенные сечения** располагают непосредственно на виде, а их контуры выполняют сплошной тонкой линией. Контурные линии вида при этом не прерывают.

На сечении изображается только то, что находится в секущей плоскости. Сечение штрихуется. Положение секущих плоскостей указывают на чертеже линией сечения, представляющей собой разомкнутую линию с указанием направления взгляда стрелками, длина штрихов – от 8 до 20 мм в зависимости от размеров изображения. Штрихи не должны пересекать контур изображения. Стрелки наносят на расстоянии 2...3 мм от внешнего контура штриха (см. рис. П2). Линию сечения помечают одинаковыми буквами русского алфавита (например, А на рис. П2). Над сечением делают надпись по типу А-А, которую всегда располагают горизонтально. При наличии нескольких сечений их обозначают буквами в алфавитном порядке, например, А-А, Б-Б.

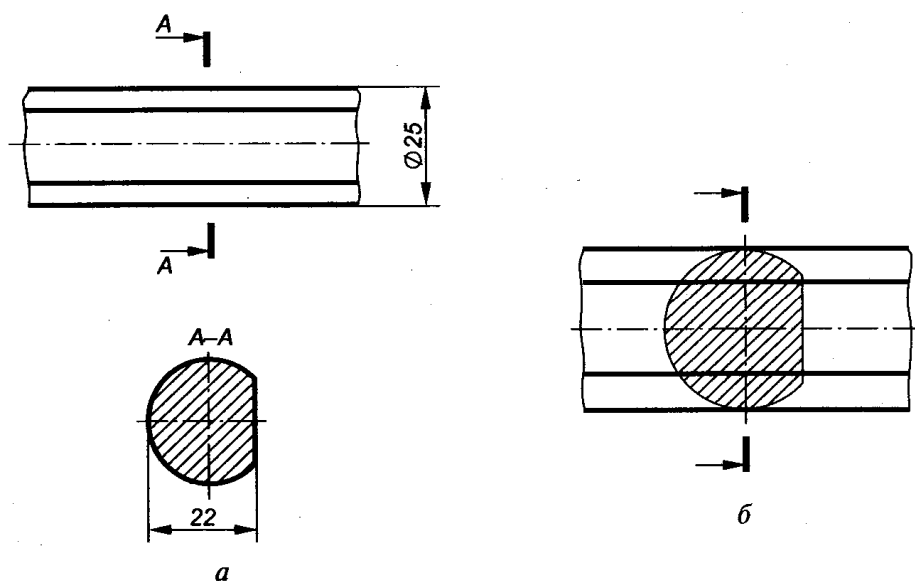


Рис. П2. Положение секущей плоскости, вынесенное (а) и наложенное (б) сечение

**Разрез** – изображение, полученное при мысленном рассечении предмета одной или несколькими секущими плоскостями: часть предмета, расположенную между наблюдателем и секущей плоскостью, мысленно отбрасывают, а на плоскости проекции изображают то, что находится в секущей плоскости, и то, что расположено за ней.

**Сечение является составной частью разреза.**

**Простой разрез** получается при использовании одной секущей плоскости, которая может различным образом располагаться относительно плоскостей проекций. В зависимости от этого различают следующие виды простых разрезов:

- **горизонтальный разрез** получают, если секущая плоскость расположена параллельно горизонтальной плоскости проекций (см. рис. П1);
- **вертикальный разрез** получают, если секущая плоскость расположена перпендикулярно горизонтальной плоскости проекций; вертикальный разрез называется **фронтальным**, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и **профильным**, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций (см. рис. П1);
- **наклонный разрез** получают, если секущая плоскость расположена под острым углом к горизонтальной плоскости проекций.

В зависимости от расположения секущей плоскости относительно изображаемого предмета разрезы подразделяют на:

- **продольные**, если секущая плоскость направлена вдоль длинной стороны или высоты предмета;
- **поперечные**, если секущая плоскость направлена перпендикулярно длинной стороне или высоте предмета.

**Сложным** называется разрез, полученный при использовании нескольких секущих плоскостей, в зависимости от расположения которых различают разрезы:

- **ступенчатые**, которые получают при рассечении предмета параллельными плоскостями;
- **ломаные**, которые получают при рассечении предмета пересекающимися плоскостями.

Положение секущей плоскости и сам изображаемый разрез обозначается так же, как и в сечениях.

### **Правила нанесения размеров**

**Линейные размеры** на чертежах указывают в миллиметрах без обозначения единиц измерения. Линейные размеры, приводимые в технических требованиях и пояснительных надписях на поле чертежа, должны содержать единицы измерения. Размеры проставляются истинные, независимо от масштаба, в котором выполнен чертеж.

**Угловые размеры** указывают обязательно с единицей измерения (градус, минута, секунда).

Размеры наносятся с помощью выносных и размерных линий, а также размерных чисел. Основные правила нанесения размерных линий и чисел устанавливает ГОСТ 2.307-68\*.

При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку (предпочтительно вне контура изображения), а выносные линии перпендикулярно (рис. ПЗ, а) или под каким-либо другим углом (рис. ПЗ, б) к размерной линии. При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии – радиально (рис. ПЗ, в).

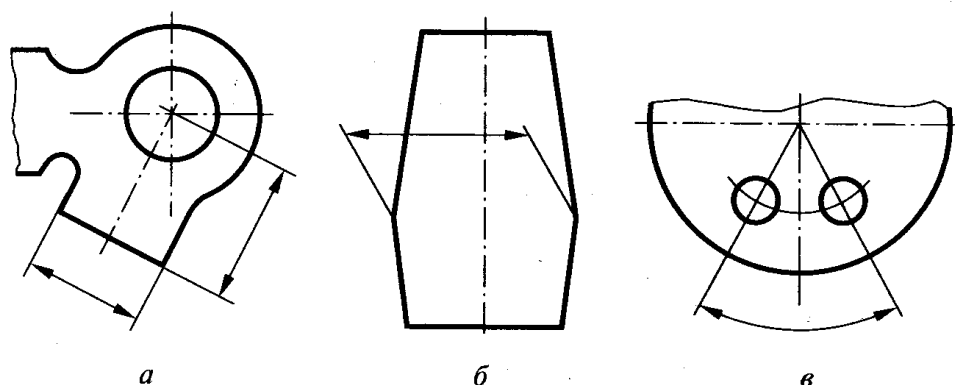


Рис. ПЗ. Проведение размерных и выносных линий

Размерную линию с обоих концов ограничивают стрелками. Выносные линии должны выходить за концы стрелок на 1...5 мм. Минимальные расстояния между параллельными размерными линиями – 7 мм, а между размерной линией и линией контура – 10 мм, причем выбранное расстояние следует выдерживать постоянным на одном чертеже. Нельзя использовать контурные, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных линий.

При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке относительно их середины (рис. П4).

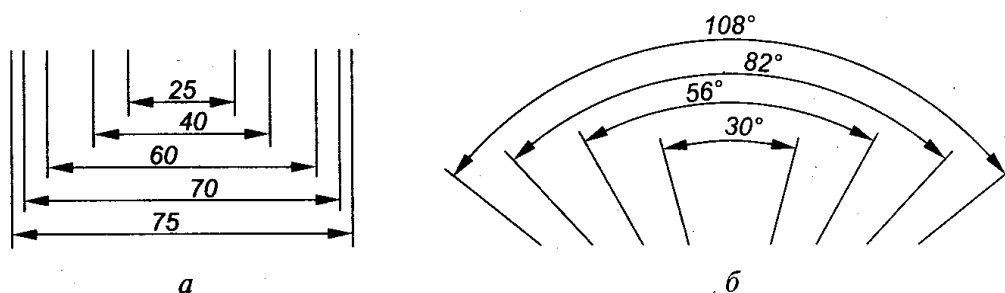


Рис. П4

Размеры, не обязательные для данного вида чертежа, но которые указываются для большего удобства пользования, называются справочными и отмечаются на чертежах звездочкой (рис. П5).

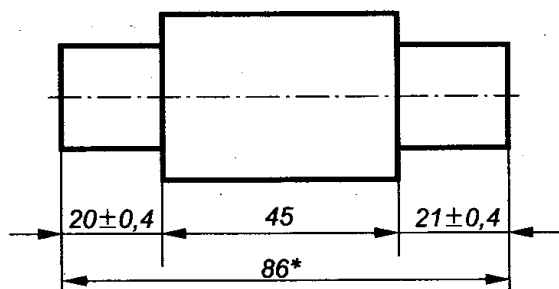


Рис. П5

Когда для нанесения размерного числа недостаточно места над размерной линией, то размеры наносят, как показано на рис. П6.

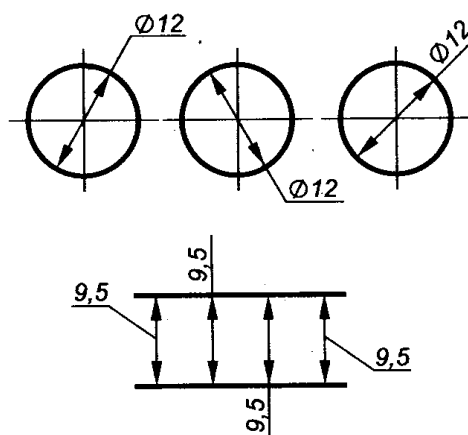


Рис. П6

При оформлении чертежей приняты следующие **условные обозначения**:

диаметр	радиус	сфера	квадрат	конусность	уклон	дуга
$\varnothing$	$R$	OR или O $\varnothing$	□	◁	∠	∩

Знак **диаметра** наносится над размерной линией перед размерным числом (например,  $\varnothing 25$ ). Если в детали имеется несколько одинаковых цилиндрических отверстий, то размер указывается на одном из них вместе с общим их числом.

Знак **радиуса** ставится перед размерным числом (например,  $R25$ ). Высота этой буквы и размерного числа должна быть одинаковой. Размерная линия радиуса должна располагаться в направлении истинного радиуса и оканчиваться одной стрелкой, примыкающей к контурной (или выносной линии).

Знак **квадрата** ставится перед размерным числом и определяет ширину квадрата. Высота знака равна высоте размерных чисел. Наносят его, как правило, на том изображении, на котором квадрат не проецируется в натуральную величину. При этом плоская грань поверхности отмечается на чертежах диагоналями, проведенными тонкими линиями (рис. П7).

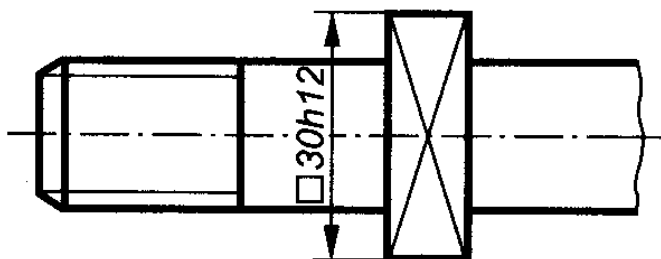


Рис. П7. Обозначение квадрата на чертеже

На изображении квадрата, спроецированного в натуральную величину, предпочтительно наносить два размера, равных его стороне (рис. П8), но допускается и со знаком квадрата.

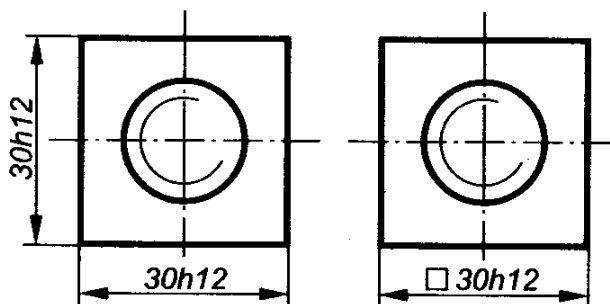


Рис. П8. Обозначение квадрата на чертеже в натуральную величину

Знак **уклона** ставится перед размерным числом, которое определяет уклон прямой, изображающей плоскость, по отношению к какому-либо направлению, принятому за основное. Вершина знака должна быть направлена в сторону уклона (ската). Уклон указывают на полке-выноске или непосредственно у изображения линии уклона. Уклон может выражаться дробью, числитель которой должен быть равен единице (например,  $\angle 1:5$ ), или в процентах (например,  $\angle 20\%$ ).

Знак **конусности** ставится перед размерным числом и представляет собой равнобедренный треугольник с острым углом при вершине. Конусность, как и уклон, выражается простой дробью с единицей в числителе, например,  $\triangle 1:5$ , острый угол знака должен быть направлен в сторону вершины конуса. Знак и значение конусности располагают над осевой линией конуса или на полке линии-выноски (рис. П9).

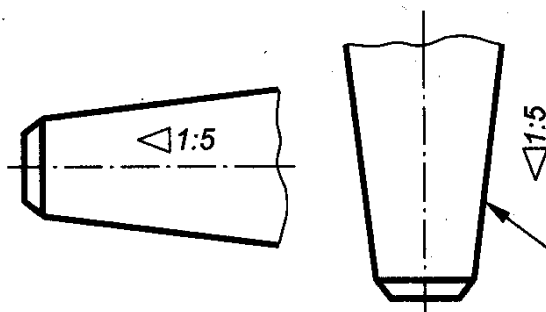


Рис. П9. Обозначение конусности

Знак **сферы** наносится перед размерным числом в том случае, если на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, т.е. тогда пишут  $OR10$  или  $O\varnothing 10$ . Допускается знак сферы заменять словом, например, «Сфера  $R10$ ».

Знак **дуги** ставится над размерным числом, обозначающим размер длины дуги окружности.

**Фасками** называются сплошные (притупленные) кромки отверстия, бруска, листа. На чертежах фаска определяется двумя линейными (рис. П10) или одним линейным и одним угловым размерами (рис. П11).

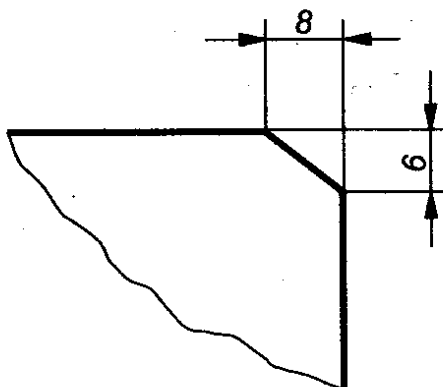


Рис. П10. Нанесение линейных размеров фаски

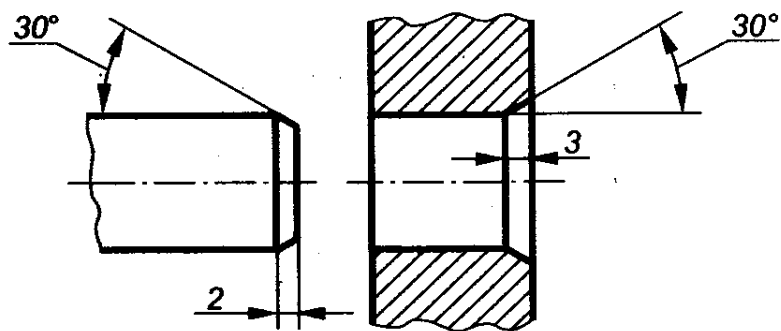


Рис. П11. Нанесение линейного и углового размеров фаски

Фаска с углом наклона  $45^\circ$  обозначается линейным и угловым размерами, записанными через знак умножения (рис. П12).

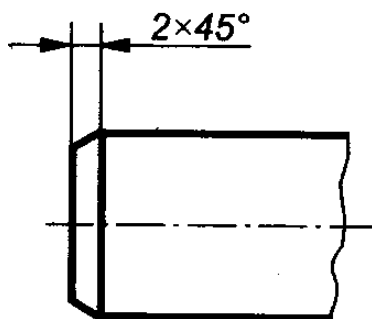


Рис. 2.П. Нанесение размеров фаски с углом наклона  $45^\circ$

## Список литературы

### а) основная литература:

1. Бродский А.М., Фазлулин Э.М., Халдинов В.А. Инженерная графика. Учеб. для студ. сред. проф. образов. 3-е изд., испр. М.: Академия, 2007, 400 с.
2. Сагадеев В.В., Поникарова И.Н., Развалова И.П., Михайлова С.Н., Вишнякова И.В. Инженерная графика. Учеб. пос. Казан. гос. технол. ун-т. Казань, 2003, 104 с.
3. Лагерь А.И., Мота А.Н., Рушелюк К.С. Основы начертательной геометрии. Учеб. 2-е изд. М.: Высш. шк., 2007, 281 с.

### б) дополнительная литература:

1. Любое издание по инженерной графике.
2. Любое издание по начертательной геометрии.

### в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Федеральный портал «Российское образование» - <http://www.edu.ru/>
2. Интегральный каталог ресурсов Федерального портала «Российское образование» - <http://siop-catalog.informika.ru/>
3. Федеральный фонд учебных курсов - <http://www.ido.edu.ru/ffec/econ-index.html>



## Содержание

Введение .....	3
Общие сведения .....	5
Работа № 1. Основные типы двумерных графических примитивов и операции с ними .....	7
Работа № 2. Построение комплексного чертежа .....	15
Работа № 3. Выполнение эскиза строительной конструкции .....	24
Работа № 4. Основные типы трехмерных графических примитивов и операции с ними .....	26
Приложение.....	30
Список литературы.....	40

***Шиманская Нелли Николаевна***

*Учебно-методическое пособие*